

## FUEL CELL SYSTEM AND FLOW PATH FREEZING PREVENTION METHOD FOR FUEL CELL SYSTEM

Patent Number: JP10223249  
Publication date: 1998-08-21  
Inventor(s): TAKI MASAYOSHI  
Applicant(s): TOYOTA MOTOR CORP  
Requested Patent: JP10223249  
Application Number: JP19970035516 19970203  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01M8/06  
EC Classification:  
Equivalents:

---

### Abstract

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the plugging of a flow path caused by the freeze of condensed water by the drop of outside temperature, in the flow path of an exhaust gas from a fuel cell.

**SOLUTION:** A fuel cell system 10 has a methanol adding path 66. The methanol adding path 66 is a flow path connecting a methanol tank 13 for storing methanol, which is a raw material for producing a fuel gas supplying to a fuel cell 20 and an oxidizing exhaust gas path 61, into which an oxidizing exhaust gas from the fuel cell 20 is introduced. By supplying methanol to the oxidizing exhaust gas path 61 through the methanol adding path 66, methanol is mixed to produced water which is condensed in the oxidizing exhaust gas path 61. Since the condensed water mixed with methanol drops in its melting point, even if the outside temperature drops during the operation of the fuel cell system 10, the condensed water does not freeze.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - 12

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-223249

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 M 8/06

識別記号

F I  
H 0 1 M 8/06

W

審査請求 未請求 請求項の数16 F D (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平9-35516

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月3日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 滝 正佳

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

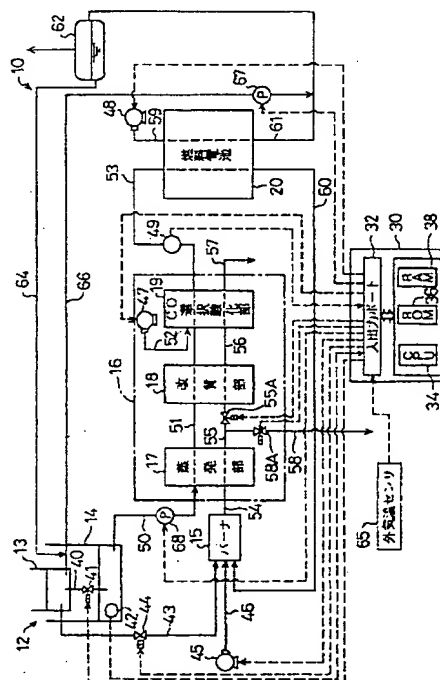
(74) 代理人 弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 燃料電池装置および燃料電池装置の流路凍結防止方法

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池から排出される排ガス流路内において、外気温の低下時に、流路内で凝縮水が凍結して流路を塞いでしまうのを防止する。

【解決手段】 燃料電池装置10は、メタノール添加路66を備えている。メタノール添加路66は、燃料電池に供する燃料ガスを生成するための原燃料であるメタノールを貯留するメタノールタンク13と、燃料電池20から排出された酸化排ガスが導入される酸化排ガス路61とを接続する流路である。このメタノール添加路66を介して酸化排ガス路61内にメタノールを供給することによって、酸化排ガス路61内で凝縮する生成水にメタノールを混合することができる。メタノールを混合された凝縮水は融点が低下するため、燃料電池装置10の運転停止中に外気温が低下しても凍結してしまうことがない。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 陽極側には燃料の供給を受け、陰極側には酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて、電気化学反応により起電力を得る燃料電池装置であって、前記電気化学反応により生成水が生じる電極側に接続するガス流路において、前記燃料電池装置の運転停止中に、該ガス流路に存在する前記生成水の凍結による前記ガス流路の閉塞を防止する閉塞防止手段を備える燃料電池装置。

【請求項2】 前記閉塞防止手段は、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路内における前記生成水の凍結を防止する凍結防止手段である請求項1記載の燃料電池装置。

【請求項3】 請求項2記載の燃料電池装置であって、前記陽極側に供給される燃料は、アルコール系炭化水素を原燃料として生成した燃料であり、前記凍結防止手段は、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路に対して、前記原燃料を供給する原燃料混合手段からなる燃料電池装置。

【請求項4】 請求項3記載の燃料電池装置であって、前記アルコール系炭化水素からなる原燃料の少なくとも一部と、該原燃料から前記燃料を生成するのに要する水とを混合した状態で保持して前記燃料の生成に備える水・原燃料貯留部と、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路において前記生成水を凝縮させ、該凝縮させた生成水を前記水・原燃料貯留部に回収する生成水回収手段とを備える燃料電池装置。

【請求項5】 前記アルコール系炭化水素がメタノールである請求項3および4記載の燃料電池装置。

【請求項6】 前記凍結防止手段は、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路から前記生成水を除去する水除去手段である請求項2記載の燃料電池装置。

【請求項7】 前記水除去手段は、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路に形成され、水を貯留可能であり、該貯留された水を排出する排水機構を有する貯水部である請求項6記載の燃料電池装置。

【請求項8】 前記水除去手段は、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路内において、前記燃料電池を備える装置に設けられた所定の高温部から排出される高温ガスを通過させるガス導入手段である請求項6記載の燃料電池装置。

【請求項9】 請求項8記載の燃料電池装置であって、炭化水素からなる原燃料を改質して前記燃料を生成する改質器を備え、前記ガス導入手段によって前記ガス流路内を通過する前記高温ガスは、前記改質器内部を改質反応に適した温度範囲に昇温させるために設けた加熱装置から排出される排ガスである燃料電池装置。

【請求項10】 前記閉塞防止手段は、前記生成水が生

じる電極側に接続するガス流路内において、生成水が凝縮して滞留するのを防止する滞留防止手段である請求項1記載の燃料電池装置。

【請求項11】 前記滞留防止手段は、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路に備えられ、ガスが通過する空間を確保しつつ水を捕捉可能な水捕捉手段である請求項10記載の燃料電池装置。

【請求項12】 前記水捕捉手段は、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路の内壁面に設けられたメッシュ構造である請求項11記載の燃料電池。

【請求項13】 前記生成水が生じる電極側は陰極側である請求項1ないし12記載の燃料電池装置。

【請求項14】 アルコール系炭化水素を原燃料として生成した燃料と、酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて、電気化学反応により起電力を得る燃料電池装置の流路凍結防止方法であって、前記電気化学反応により生成水が生じる電極側に接続するガス流路に対して、前記原燃料を供給する燃料電池装置の流路凍結防止方法。

【請求項15】 陽極側には燃料の供給を受け、陰極側には酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて、電気化学反応により起電力を得る燃料電池装置の流路凍結防止方法であって、前記電気化学反応により生成水が生じる電極側に接続するガス流路において生成した凝縮水を貯留し、前記燃料電池装置の運転の停止時には、前記貯留した凝縮水を排出する燃料電池装置の流路凍結防止方法。

【請求項16】 陽極側には燃料の供給を受け、陰極側には酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて、電気化学反応により起電力を得る燃料電池装置の流路凍結防止方法であって、前記電気化学反応により生成水が生じる電極側に接続するガス流路内において、前記燃料電池を備える装置に設けられた所定の高温部から排出される高温ガスを通過させる燃料電池装置の流路凍結防止方法。

## 【発明の詳細な説明】

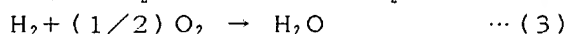
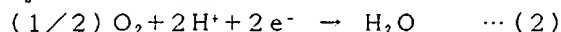
## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池装置および燃料電池装置の流路凍結防止方法に関し、詳しくは、燃料ガスと酸化ガスとの供給を受けて電気化学反応を進行し、この電気化学反応によって起電力を得ると共に生成水を生じる燃料電池装置およびこのような燃料電池装置の流路凍結防止方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】燃料電池装置において進行する電気化学反応によって生成水が生じる場合には、燃料電池から排出されるガスの流路中を水蒸気が通過したり、流路中で凝縮水が生成したりする。以下に、生成水が生じる電気化学反応の例として、固体高分子電解質型燃料電池で進行する電気化学反応を示す。

【0003】



【0004】(1)式はアノード側における反応、

(2)式はカソード側における反応を表わし、燃料電池全体では(3)式に示す反応が進行する。このように、電気化学反応の進行に伴ってカソード側では生成水が生じるため、燃料電池から排出される酸化排ガスにはこのような生成水からなる水蒸気が含まれることになる。また、固体高分子電解質型燃料電池においてカソード側に圧縮空気を供給する場合には、電解質膜の乾燥を防ぐ目的で、圧縮空気に予め水蒸気を付与することがある。このような構成とすれば、燃料電池から排出される酸化排ガス中には、上記電気化学反応による生成水に加えて、予め圧縮空気に付与された水蒸気も含まれることになる。以下の説明では、これらの水蒸気を区別することなく、燃料電池から排出される排ガスに含まれる水(水蒸気)を生成水と呼ぶことにする。

【0005】上記した生成水は、燃料電池の運転を停止した時には、排ガス流路の温度が低下して流路内の飽和蒸気圧が低下するにつれて流路内で凝縮する。このように、凝縮した生成水が排ガス流路内に残留する状態で燃料電池を放置すると、外気温が氷点下となって流路が冷却された場合にはガス流路内に残留する水滴は凍結を始める。ガス流路内で生成水が凍結するとガス流路が狭められることになり、凍結した生成水によってガス流路が塞がれてしまう場合も考えられる。上記したように凍結した生成水によってガス流路が狭められたり塞がれた状態になると、次回に燃料電池を運転するときにガスの流れが妨げられることになってしまう。したがって従来は、外気温が下降して燃料電池内の流路で凝縮水が凍結してしまった場合には、燃料電池の運転を再開する際に、凍結したガス流路を積極的に加熱して凍結した生成水を融かし、ガス流路を確保する必要があった。

【0006】また、燃料電池装置の所定の流路内に残留する水が凍結してしまうのを防ぐための構成として、流路内から残留水を取り除いてしまう構成も考えられる。例えば、通常は燃料電池装置には、燃料電池の運転温度を一定範囲に保つための冷却水を燃料電池周囲に循環させる機構が設けられているが、この冷却水が燃料電池の運転終了後に凍結してしまうのを防止するために、運転停止時に冷却水を冷却水路から抜き取る構成が提案されている(例えば、特開平6-223855号公報等)。このような燃料電池装置では、燃料電池の運転の停止時に、冷却水路に気体(酸化ガス)を圧送して冷却水路から冷却水を抜き取り、抜き取った冷却水を所定の冷却水貯留装置に貯留する構成となっている。したがって、燃料電池の運転停止後に外気温が低下した場合にも、冷却水が冷却水路内で凍結してしまうことがない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、流路内に気体を圧送して流路内から水を抜き取り、抜き取った水を貯留する上記構成を酸化排ガス流路に適用する場合には、圧送された気体を用いても酸化排ガス流路中の生成水を十分に除くことは困難であるという問題がある。すなわち、燃料電池装置を所定のスペース内に納める必要上、酸化排ガスの流路は所定の折れ曲がり部を有する形状に形成されることになるが、このような所定の折れ曲がり部位や配管の底部において残留する生成水は圧送された気体によっても吹き飛ばし難い。このように生成水の残留が部分的なものであっても、凍結時には流路を狭めてしまうことになり、流路を塞いでしまうおそれがある。さらに、抜き取った水を貯留する場合には、貯留装置を断熱性に優れたものとしても、外気温の低下が著しい場合には貯留装置内で水が凍結してしまうことも考えられた。

【0008】あるいは、燃料電池の運転再開時にガス流路を加熱することによって、凍結した生成水を融かす場合には、生成水の融解のためにエネルギーを要するためシステム全体のエネルギー効率が低下してしまう。また、流路を加熱するための構成を設けることにより装置が大型化してしまう。さらに、運転再開時にガス流路の加熱の動作を行なうため、燃料電池の立ち上げ時に長い時間を要してしまう。以上説明したように、燃料電池から排出される排ガス流路において、凝縮した生成水が凍結して流路を狭め、あるいは塞いでしまうことに対する対策として、生成水が流路を塞いってしまった後に実行され、エネルギー効率の低下などを伴うものしか知られていなかった。

【0009】本発明の燃料電池装置および燃料電池装置の流路凍結防止方法は、こうした問題を解決し、燃料電池から排出される排ガスの流路内において、外気温の低下時に、流路内で凝縮水が凍結して流路を塞いでしまうのを防止することを目的としてなされ、次の構成を採った。

【0010】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の燃料電池装置は、陽極側には燃料の供給を受け、陰極側には酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて、電気化学反応により起電力を得る燃料電池装置であって、前記電気化学反応により生成水が生じる電極側に接続するガス流路において、前記燃料電池装置の運転停止中に、該ガス流路に存在する前記生成水の凍結による前記ガス流路の閉塞を防止する閉塞防止手段を備えることを要旨とする。

【0011】以上のように構成された本発明の燃料電池装置は、陽極側には燃料の供給を受け、陰極側には酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて、電気化学反応により起電力を得る。この電気化学反応によって生成水が生じる電極側に接続するガス流路では、前記燃料電池装置の運転停止中に、ガス流路に存在する前記生成水の凍結による前記ガス流路の閉塞が、閉塞防止手段によって防止される。

【0012】このような燃料電池装置によれば、燃料電池装置の運転停止中に外気温が低下しても、生成水が生じる電極側に接続する流路内で生成水が凍結して流路を閉塞してしまうことがない。したがって、次回に燃料電池装置を始動するときにガス流路を確保するために時間を要することがなく、指導時間を短縮できる。さらに、ガス流路を確保するためにガス流路を加熱して凍結した生成水を融かす必要がないため、流路を加熱するためのエネルギーが不要となり、装置全体のエネルギー効率が低下しない。

【0013】本発明の燃料電池装置において、前記閉塞防止手段は、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路内における前記生成水の凍結を防止する凍結防止手段であることとしてもよい。

【0014】このような燃料電池装置では、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路内における前記生成水の凍結を防止することによって、前記ガス流路が閉塞してしまうのを防止する。このように、生成水が流路内で凍結しないため、流路内でガスの流路を常に確保することができる。

【0015】このような燃料電池装置において、前記陽極側に供給される燃料は、アルコール系炭化水素を原燃料として生成した燃料であり、前記凍結防止手段は、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路に対して、前記原燃料を供給する原燃料混合手段からなる構成も好適である。

【0016】以上のように構成された燃料電池装置は、アルコール系炭化水素を原燃料として生成した燃料を前記陽極側に供給されて、電気化学反応によって起電力を得る。また、この電気化学反応によって生成水が生じる電極側に接続するガス流路には、前記原燃料が供給される。

【0017】このような燃料電池装置によれば、アルコール系炭化水素は水と容易に混合されるため、前記生成水は前記ガス流路においてアルコール系炭化水素を含有した状態となる。アルコール系炭化水素は水に比べて融点が低く、そのため前記ガス流路中の生成水の融点が低下し、燃料電池装置の運転停止時に外気温が低下した場合にも凍結してしまうことがない。また、生成水の凍結防止剤として原燃料を利用しているため、生成水に添加するための凍結防止剤を特別に用意する必要がなく、構成を簡素化できる。

【0018】上記構成を備えた燃料電池装置において、前記アルコール系炭化水素からなる原燃料の少なくとも一部と、該原燃料から前記燃料を生成するのに要する水とを混合した状態で保持して前記燃料の生成に備える水・原燃料貯留部と、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路において前記生成水を凝縮させ、該凝縮させた生成水を前記水・原燃料貯留部に回収する生成水回収手段とを備える構成も好適である。

【0019】このような構成の燃料電池装置では、前記アルコール系炭化水素からなる原燃料の少なくとも一部は、該原燃料から前記燃料を生成するのに要する水と混合した状態で水・原燃料貯留部に保持されて、前記燃料の生成に備えられる。また、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路では、生成水は前記原燃料と混合され、この原燃料を含有する生成水は、凝縮されて前記水・原燃料貯留部に回収される。

【0020】このように、生成水の凍結を防止するために用いた前記原燃料は、前記水・原燃料貯留部に回収されるため、生成水の凍結防止に用いた前記原燃料は排出されることなく前記燃料の生成に用いられ、生成水の凍結防止を図るために原燃料が無駄に消費されることがない。さらに、前記燃料の生成に要する水は、前記原燃料の少なくとも一部と混合されて貯留されるために融点が低下するため、前記燃料の生成に要する水もまた、燃料電池装置の運転停止時に外気温が低下した場合にも凍結してしまうことがない。

【0021】また、ここで、前記アルコール系炭化水素がメタノールであることとしてもよい。このような構成にすれば、燃料電池に供給する燃料を生成する原燃料として安価なメタノールを用いることができる。燃料電池に供給する燃料を原燃料から生成する方法として、メタノールを改質して水素リッチな燃料ガスを生成する方法は広く知られており、原燃料としてメタノールを用いることによって、容易に本発明を実施することができる。

【0022】また、本発明の燃料電池装置において、前記凍結防止手段は、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路から前記生成水を除去する水除去手段であることとしてもよい。

【0023】このような燃料電池装置では、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路内において、前記生成水を除去することによって前記ガス流路内で前記生成水が凍結してしまうのを防止する。このように、生成水が流路内から除去されるため、流路内でガスの流路を常に確保することができる。

【0024】ここで、前記水除去手段は、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路に形成され、水を貯留可能であり、該貯留された水を排出する排水機構を有する貯水部である構成とすることができる。

【0025】このような燃料電池では、前記電気化学反応によって生じた生成水は、この生成水が生じる電極側

に接続するガス流路内に設けられた貯水部に貯留されて排水される。したがって、前記ガス流路内から前記生成水を除去することができる。

【0026】また、前記水除去手段は、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路内において、前記燃料電池を備える装置に設けられた所定の高温部から排出される高温ガスを通過させるガス導入手段である構成としてもよい。

【0027】このような燃料電池装置では、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路内において、前記燃料電池装置を備える装置に設けられた所定の高温部から排出される高温ガスが通過するため、前記ガス流路内の生成水は、導入される高温ガスが有する熱量によって気化され、導入された高温ガスと共に前記ガス流路から排出される。したがって、前記ガス流路内から前記生成水を除去することができる。ここで、前記ガス流路内を通過させる高温ガスは、前記燃料電池装置を備える装置に設けられた所定の高温部から排出される高温ガスであるため、高温ガスを得るために特別な装置を設ける必要がない。

【0028】このような燃料電池装置であって、炭化水素からなる原燃料を改質して前記燃料を生成する改質器を備え、前記ガス導入手段によって前記ガス流路内を通過する前記高温ガスは、前記改質器内部を改質反応に適した温度範囲に昇温させるために設けた加熱装置から排出される排ガスである構成も好適である。

【0029】このような燃料電池装置では、炭化水素からなる原燃料を改質して前記燃料を生成する改質器の内部を改質反応に適した温度範囲に昇温させるために、加熱装置を設け、この加熱装置から排出される排ガスを前記高温ガスとして、前記ガス流路内を通過させる。炭化水素の改質反応に適した温度は一般的に非常に高く、前記加熱装置から排出される排ガスを用いることによって、前記ガス流路内を充分に乾燥させることができる。

【0030】また、本発明の燃料電池装置において、前記閉塞防止手段は、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路内において、生成水が凝縮して滞留するのを防止する滞留防止手段であることとしてもよい。

【0031】このような燃料電池装置では、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路内において、前記生成水が滞留してしまうのを防止することによって前記ガス流路が閉塞してしまうのを防止する。このように、生成水が流路内で滞留しないため、流路内で生成水が凍結してしまった場合にもガスの流路を常に確保することができる。

【0032】ここで、前記滞留防止手段は、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路に備えられ、ガスが通過する空間を確保しつつ水を捕捉可能な水捕捉手段である構成とすることができる。このような構成とすることによって、前記ガス流路内で前記生成水が凍結した場

合にも、ガスが通過する空間を確保し続けることができる。

【0033】ここで、前記水捕捉手段は、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路の内壁面に設けられたメッシュ構造である構成とすることができる。このような燃料電池装置では、前記ガス流路内で凝縮した生成水は、ガス流路の内表面に設けられたメッシュ構造内に捕捉され、毛細管現象によってメッシュ構造内に広がって保持される。したがって、燃料電池装置の運転停止中に外気温が低下した場合にも、生成水はメッシュ構造内で凍結するだけであり、ガスが通過する空間は確保され、生成水が滞留してガス流路を塞いでしまうことがない。

【0034】また、本発明の燃料電池装置において、前記生成水が生じる電極側は陰極側であることとしてもよい。

【0035】本発明の第1の燃料電池装置の流路凍結防止方法は、アルコール系炭化水素を原燃料として生成した燃料と、酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて、電気化学反応により起電力を得る燃料電池装置の流路凍結防止方法であって、前記電気化学反応により生成水が生じる電極側に接続するガス流路に対して、前記原燃料を供給することを要旨とする。

【0036】このような燃料電池装置の流路凍結防止方法によれば、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路において、前記生成水は、原燃料である前記アルコール系炭化水素が混合されるため融点が低下する。したがって、燃料電池装置の運転停止中に外気温が低下した場合にも、前記ガス流路内で前記生成水が凍結してガス流路を閉塞させ、不都合を生じてしまうことがない。

【0037】また、本発明の第2の燃料電池装置の流路凍結防止方法は、陽極側には燃料の供給を受け、陰極側には酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて、電気化学反応により起電力を得る燃料電池装置の流路凍結防止方法であって、前記電気化学反応により生成水が生じる電極側に接続するガス流路において生成した凝縮水を貯留し、前記燃料電池装置の運転の停止時には、前記貯留した凝縮水を排出することを要旨とする。

【0038】このような燃料電池装置の流路凍結防止方法によれば、前記生成水が生じる電極側に接続するガス流路では、生成水は、凝縮して貯留された後に排出される。したがって、前記流路内から生成水は除去され、燃料電池装置の運転停止中に外気温が低下した場合にも、前記ガス流路内で前記生成水が凍結してガス流路を閉塞させ、不都合を生じてしまうことがない。

【0039】また、本発明の第3の燃料電池装置の流路凍結防止方法は、陽極側には燃料の供給を受け、陰極側には酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて、電気化学反応により起電力を得る燃料電池装置の流路凍結防止方法であって、前記電気化学反応により生成水が生じる電極側に接続するガス流路内において、前記燃料電池を備

出される。したがって、前記流路内から生成水は除去されてしまい、燃料電池装置の運転停止中に外気温が低下した場合にも、前記ガス流路内で前記生成水が凍結してガス流路を閉塞させ、不都合を生じてしまうことがない。

#### 【0041】

【発明の実施の形態】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。図1は、第1実施例の燃料電池装置10の構成の概要を表わす説明図である。本実施例の燃料電池装置10は、燃料電池の運転の停止時には、生成水を含有する酸化排ガスの流路に対して原燃料であるメタノールを供給し、流路中の生成水にメタノールを混合することによって生成水の凝固温度を低下させる構成となっている。このような構成とすることによって、燃料電池の運転停止中に外気温が低下した場合に、流路中に残留する生成水が凍結してしまうのを防止している。まず最初に、燃料電池装置10の全体の構成について図1に基づいて説明する。

【0042】燃料電池装置10は、原燃料貯留装置12、改質装置16、燃料電池20、制御部30をおもな構成要素として備えている。原燃料貯留装置12内に蓄えられた原燃料であるメタノールは、改質装置16で改質されて水素リッチな改質ガスとなり、燃料電池20における電気化学反応に供される。以下、燃料電池装置10を構成する各構成要素について説明する。

【0043】原燃料貯留装置12は、メタノールタンク13と、水・メタノールタンク14とを備えている。メタノールタンク13は、燃料電池の原燃料となるメタノールを貯留するタンクである。水・メタノールタンク14は、水とメタノールとを約2:1（体積比）の割合で混合した水メタノール混合液を貯留するタンクである。メタノールタンク13と水・メタノールタンク14とは流路40で接続されており、流路40には、電磁弁であるバルブ41が設けられている。このバルブ41を開放すると、メタノールタンク13から水・メタノールタンク14にメタノールが供給される。水・メタノールタンク14には、水・メタノールタンク14内に貯留された水メタノール混合液の比重を検知する比重センサ42が設けられている。これらの比重センサ42およびバルブ41は制御部30に接続されている。制御部30は、比重センサ42から入力される比重に関する情報に基づい

の駆動状態によって、改質装置16に供給する水メタノール混合液の量を調節可能となっている。ポンプ68は、制御部30に接続しており、制御部30によってその駆動状態が制御される。

【0045】改質装置16には、バーナ15が併設されている。バーナ15は、改質装置16における改質反応に要する熱量を供給するための装置である。バーナ15には、メタノールタンク13からメタノール流路43を介してメタノールが供給される。また、バーナ15には空気供給路46が接続しており、この空気供給路46を介してブロワ45から空気が供給される。さらに、バーナ15には、燃料電池20から排出される後述する燃料排ガスが、燃料排ガス路60を介して供給される。バーナ15は、上記メタノールおよび燃料排ガスを燃料として燃焼により熱エネルギーを発生させて改質装置16に供給する。バーナ15で発生した燃焼ガスは、まず、燃焼ガス供給路54を介して、改質装置16が備える後述する蒸発部17に供給される。

【0046】バーナ15では、燃料電池装置10の始動時には上記メタノール流路43を介して供給されるメタノールを用いて燃焼反応が行なわれるが、燃料電池20において電気化学反応が進行するようになり燃料電池20から燃料排ガスが供給されるようになると、燃焼反応のための燃料はメタノールから燃料排ガスに切り替えられる。ここで、メタノール流路43には、制御部30に接続されたバルブ44が設けられており、制御部30によってバルブ44の開放状態が制御される。制御部30は、燃料電池20で進行する電気化学反応の状況に応じてバルブ44の開放状態を制御することによって、燃焼のための燃料をメタノールから燃料排ガスに切り替えるとともに、燃料排ガスが不足する場合にはバーナ15における燃焼のための燃料としてメタノールを補う。また、上記ブロワ45も制御部30に接続されており、このブロワ45は、制御部30からの駆動信号にしたがって、バーナ15における燃焼反応に要する空気をバーナ15に供給する。

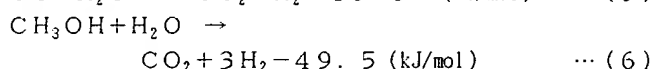
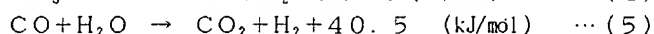
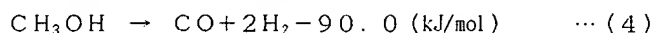
【0047】改質装置16は、蒸発部17、改質部18およびCO選択酸化部19を備えている。蒸発部17は、改質反応に先立って水メタノール混合液を気化・昇温させる。改質部18は、蒸発部17で気化・昇温された水メタノール混合ガスを改質して、水素リッチな改質ガスを生成する。CO選択酸化部19は、改質ガス中の



一酸化炭素濃度を低減して、改質ガスを一酸化炭素濃度の低い燃料ガスにする。原燃料供給路50を介して水・メタノールタンク14から供給される水メタノール混合液は、まず蒸発部17に導入される。上記蒸発部17、改質部18およびCO選択酸化部19の間は、それぞれガス流路51、52によって接続されている。以下、改質装置16を構成する各部について詳しく説明する。

【0048】蒸発部17は、既述したように、水メタノール混合液を気化・昇温させるための装置であり、そのためのエネルギーをバーナ15から供給されている。すなわち、バーナ15における燃焼反応で生じた高温の燃焼ガスは、燃焼ガス供給路54を介して蒸発部17に供給される。燃焼ガス供給路54は蒸発部17内部で図示しない熱交換部を形成しており、この熱交換部において上記燃焼ガスと水メタノール混合液とを熱交換させることによって、水メタノール混合液を気化・昇温させる。気化・昇温した水メタノール混合ガスは、ガス流路51を介して改質部18内に導入される。また、蒸発部17で熱交換した燃焼ガスは、燃焼ガス路55から分岐する燃焼ガス分岐路58を介して燃料電池装置10外部に排出される。

【0049】なお、蒸発部17で熱交換した燃焼ガスが排出される燃焼ガス路55は、分岐して上記燃焼ガス分岐路58を形成する他に、改質部18にも接続しており、改質部18内部で図示しない熱交換部を形成している。さらに、この燃焼ガス路55は、燃焼ガス路56としてCO選択酸化部19にも接続して、同じく内部で図



【0053】メタノールを水蒸気改質するときの反応では、(4)式で示したメタノールの分解反応と(5)式で示した一酸化炭素の変成反応とが同時に進行し、全体として(6)式の反応が起こる。このように改質反応は吸熱反応であり、反応を進行させるためには熱エネルギーを要する。本実施例の改質装置16では、蒸発部17において、バーナ15から供給される燃焼ガスによって十分に水メタノールガスを昇温させることで、必要な熱量を水メタノールガスが改質部18に持ち込む構成となっている。したがって、燃料電池装置10の始動時以外には、上述したように、バーナ15から供給される燃焼ガスは改質部18内に導入されることなく排出される。

【0054】CO選択酸化部19は、改質部18で生成した改質ガス中の一酸化炭素を選択的に酸化して、一酸化炭素濃度が十分に低い燃料ガスとする装置である。既述したように、改質部18で進行する改質反応は(4)式ないし(6)式に従って進行し、これらの反応が完全におこなわれるならば最終的に一酸化炭素が生じることはないが、実際の燃料改質装置においては、上記(5)

示しない熱交換部を形成している。CO選択酸化部19にはさらに燃焼ガス路57が接続しており、上記した熱交換部を通過した燃焼ガスを燃料電池装置10外に排出可能となっている。

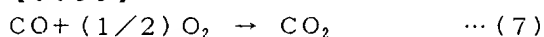
【0050】ここで、燃焼ガス分岐路58および燃焼ガス路55には、電磁弁として構成されたバルブ58A、55Aがそれぞれ設けられている。これらのバルブ58A、55Aは制御部30に接続されており、制御部30は、これらのバルブの開閉状態を制御することによって、バーナ15から排出される燃焼ガスの流路を切り替える。このようなバルブの開閉制御によって上記燃焼ガスは、燃料電池装置10の始動時には、改質部18およびCO選択酸化部19内にも導入されて改質部18およびCO選択酸化部19を昇温させ、定常状態で運転可能となるまでに要する時間を短縮させる。改質部18およびCO選択酸化部19内の温度が十分に昇温すると、上記バルブの切り替えによって燃焼ガスは、蒸発部17から排出された後は燃料電池装置10外に放出されるようになる。

【0051】改質部18は、改質触媒であるCu-Zn触媒を内部に備えており、この改質触媒の表面に上記水メタノール混合ガスを通過させることによって、水メタノール混合ガスを改質して水素リッチな改質ガスを生成する。以下に、改質部18で進行する水蒸気改質反応を示す。

【0052】

式の反応を完全に行なわせることは困難であるため、燃料改質装置で改質された燃料ガス中には副生成物としての一酸化炭素が微量に含まれる。しかしながら、このように一酸化炭素を含有する改質ガスを燃料ガスとして燃料電池に供給すると、一酸化炭素は燃料電池が備える白金触媒に吸着されて触媒を劣化させてしまう。そのため、改質装置16では、CO選択酸化部19を設けて改質ガス中の一酸化炭素濃度を低減した上で、一酸化炭素濃度を十分に低減した改質ガスを燃料ガスとして燃料電池20に供給し、改質触媒の劣化を防止している。なお、燃料電池に供給される燃料ガス中に許容される一酸化炭素濃度は、りん酸型燃料電池の場合は数%程度以下であり、固体高分子型燃料電池の場合には数ppm程度以下である。以下に、CO選択酸化部19で進行する一酸化炭素の選択酸化反応を示す。

【0055】



【0056】CO選択酸化部19は、一酸化炭素選択酸化触媒である白金触媒を備えている。また、CO選択酸

化部19には、空気供給路52を介してブロワ47から空気が供給されており、供給された空気を利用して上記(7)式の選択酸化反応を進行させる。CO選択酸化部19で一酸化炭素濃度が低減された改質ガスは、燃料ガスとして、燃料供給路53を介して燃料電池20に供給される。ここで、CO選択酸化部19に改質ガスを通して得られる燃料ガス中の一酸化炭素濃度は、CO選択酸化部19の運転温度、供給される改質ガス中の一酸化炭素濃度、CO選択酸化部19へ供給される改質ガスの単位触媒体積当たりの流量(空間速度)などによって定まる。本実施例では、燃料供給路53に、制御部30と接続する一酸化炭素センサ49を設けて、燃料ガス中の一酸化炭素濃度を監視している。制御部30は、既述したポンプ68の駆動量などから推定される改質装置16での処理量や、一酸化炭素センサ49が検出する燃料ガス中の一酸化炭素濃度に基づいてブロワ47の駆動量を制御する。これによってCO選択酸化部19に供給する酸素量を調節し、燃料ガス中の一酸化炭素濃度を十分に低くすると共に、CO選択酸化部19に過剰な酸素が供給されてしまうのを防止する。

【0057】燃料電池20は、改質装置16が生成する燃料ガスと、酸素を含有する酸化ガスとの供給を受けて電気化学反応を行ない、起電力を得る。この燃料電池20で進行する電気化学反応は、既述した(1)式ないし(3)式に示した反応と同様である。本実施例の燃料電池20は固体高分子型燃料電池であり、単セル28を複数積層したスタック構造を備えている。図2は、単セル28の構成を模式的に表わす断面図である。単セル28は、電解質膜21と、アノード22と、カソード23と、セパレータ24、25とから構成されている。

【0058】アノード22およびカソード23は、電解質膜21を両側から挟んでサンドイッチ構造を成すガス拡散電極である。セパレータ24、25は、このサンドイッチ構造をさらに両側から挟みつつ、アノード22およびカソード23との間に、燃料ガス及び酸化ガスの流路を形成する。アノード22とセパレータ24との間には燃料ガス流路24Pが形成されており、カソード23とセパレータ25との間には酸化ガス流路25Pが形成されている。

【0059】ここで、電解質膜21は、固体高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成されたプロトン導電性のイオン交換膜であり、湿润状態で良好な電気伝導性を示す。本実施例では、ナフィオン膜(デュボン社製)を使用した。電解質膜21の表面には、触媒としての白金または白金と他の金属からなる合金が塗布されている。触媒を塗布する方法としては、白金または白金と他の金属からなる合金を担持したカーボン粉を作製し、この触媒を担持したカーボン粉を適当な有機溶剤に分散させ、電解質溶液(例えば、Aldrich Chemical社、Nafion Solution)を適量添

加してペースト化し、電解質膜21上にスクリーン印刷するという方法をとった。あるいは、上記触媒を担持したカーボン粉を含有するペーストを膜形成してシートを作製し、このシートを電解質膜21上にプレスする構成も好適である。

【0060】アノード22およびカソード23は、共に炭素繊維からなる糸で織成したカーボクロスにより形成されている。なお、本実施例では、アノード22およびカソード23をカーボクロスにより形成したが、炭素繊維からなるカーボンペーパーまたはカーボンフェルトにより形成する構成も好適である。

【0061】セパレータ24、25は、ガス不透過の導電性部材、例えば、カーボンを圧縮してガス不透過とした緻密質カーボンにより形成されている。セパレータ24、25はその表面に、所定の形状のリブ部を形成しており、既述したように、セパレータ24はアノード22の表面とで燃料ガス流路24Pを形成し、セパレータ25はカソード23の表面とで酸化ガス流路25Pを形成する。ここで、各セパレータの表面に形成されたリブ部の形状は、ガス流路を形成してガス拡散電極に対して燃料ガスまたは酸化ガスを供給可能であればよい。本実施例では、平行に形成された複数の溝状にリブ部を形成した。なお、ここではセパレータ24とセパレータ25とを分けて記述したが、実際の燃料電池20では両面にリブ部を形成したセパレータを用い、隣合う単セル28がセパレータを共有する構成とした。

【0062】以上、燃料電池20の基本構造である単セル28の構成について説明した。実際に燃料電池20として組み立てるときには、アノード22、電解質膜21、カソード23からなる構成の間にセパレータを配置して単セル28を複数組積層し(本実施例では100組)、その両端に緻密質カーボンや銅板などにより構成される集電板を配置することによってスタック構造を構成する。

【0063】以上説明した燃料電池20には、既述した燃料供給路53を介して燃料ガスが供給され、この燃料ガスはアノード側の燃料ガス流路24Pに導入されて上記電気化学反応に供される。燃料ガス流路24Pから排出された燃料排ガスは、燃料排ガス路60を経由してバーナ15に供給される。このバーナ15において、電気化学反応で消費されずに残った水素は、燃焼のための燃料として利用される。

【0064】また、燃料電池20には、酸化ガス供給路59を介して、コンプレッサ48から圧縮空気が供給される。この圧縮空気は、酸化ガスとしてカソード側の酸化ガス流路25Pに導入されて上記電気化学反応に供される。なお、コンプレッサ48は制御部30に接続されており、制御部30は、燃料電池20に接続されている負荷の大きさや改質装置16における処理量などに応じてコンプレッサ48の駆動状態を制御し、燃料電池20

に供給する酸化ガス量を調節している。酸化ガス流路25Pから排出された酸化排ガスは、酸化排ガス路61に導入される。酸化排ガス路61に導入された酸化排ガスは燃料電池装置10外に排出されるが、この酸化排ガス路61には凝縮器62が設けられており、凝縮器62において酸化排ガス中の水蒸気を凝縮して取り除いた後に酸化排ガスを排出している。凝縮器62では、内部に形成した熱交換部によって酸化排ガスを降温させて飽和蒸気圧を低下させ、酸化排ガス中の水蒸気を凝縮させている。凝縮器62で凝縮して回収された水は、水回収路64を介して水・メタノールタンク14に戻される。

【0065】ここで、酸化排ガス中の水蒸気とは、既述した生成水のことである。上述した電気化学反応の(2)式に示したように、燃料電池20では電気化学反応の進行に伴ってそのカソード側に生成水が生じる。また、図1の燃料電池装置10ではコンプレッサ48によって圧縮された空気はそのまま燃料電池20に供給される構成となっているが、圧縮空気にさらされることで燃料電池20における電解質膜21の表面が乾燥してしまうのを防ぐために、加湿した圧縮空気を燃料電池20に供給することとしてもよい。このような場合には、酸化排ガス路61に排出される酸化排ガス中には、予め酸化ガス中に加えられた水蒸気も含有されることになり、この予め加えられた水蒸気も凝縮器62で回収されて水・メタノールタンク14に送られる。

【0066】また、上記酸化排ガス路61には、メタノール添加路66が接続しており、メタノールタンク13に貯留されたメタノールを酸化排ガス中に添加可能となっている。メタノール添加路66には、制御部30に接続されたポンプ67が設けられている。制御部30からの駆動信号によりこのポンプ67が駆動されると、酸化排ガス路61中の酸化排ガスに対して、所定量のメタノールがメタノールタンク13から添加される。この構成は本発明の要部に対応するものであり、後で詳しく説明する。

【0067】なお、図1においては図示しなかったが、燃料電池20は、その周囲に所定の冷却水路を形成している。この冷却水路は内部に不凍液が充填された流路であり、流路内を流れる不凍液は、燃料電池20と所定の熱交換部との間を循環する。燃料電池20では既述した電気化学反応が進行するが、このような電気化学反応が進行する際に、燃料電池20に供給される燃料が有する化学エネルギーの一部は、電気エネルギーに変換されずに熱エネルギーとして放出されてしまう。そのため燃料電池20はその運転中に次第に昇温してしまうが、本実施例では、上記不凍液からなる冷却水を循環させることによって、燃料電池20を所定の温度範囲に保っている。

【0068】制御部30は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、詳しくは、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行す

るCPU34と、CPU34で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データ等が予め格納されたROM36と、同じくCPU34で各種演算処理するのに必要な各種データが一時的に読み書きされるRAM38と、既述した各種温度センサや圧力センサからの検出信号を入力すると共にCPU34での演算結果に応じて既述した各種ポンプや流量調整器などに駆動信号を出力する入出力ポート32等を備える。

【0069】次に、本実施例の要部に対応する制御であって、燃料電池装置10の運転を停止する時に行なわれる制御について説明する。本実施例の燃料電池装置10は、その運転停止時において、外気温が低い場合あるいは運転停止中に外気温が低下することが予測される場合には、酸化排ガス路61中の酸化排ガスに対してメタノールを添加した後に運転を停止するという制御を行なう。ここで、燃料電池装置10の停止時における酸化排ガス路61内の様子について説明する。

【0070】燃料電池装置10が定常状態にて稼働している間は、酸化排ガス路61に排出される酸化排ガスは、燃料電池20の運転温度に対応した所定の温度範囲に保たれるため、酸化排ガス中の水蒸気が流路内で大量に凝縮してしまうことはない。しかしながら、酸化排ガスは酸化排ガス路61を通過するにしたがって次第に降温するため、酸化排ガス中の飽和蒸気圧が次第に低下して、低下した蒸気圧に対応する凝縮水が酸化排ガス路61中に生じる。このように酸化排ガス路61中に生成した凝縮水からなる水滴は、燃料電池装置10Aの稼働中には、排出され続ける酸化排ガスによって吹き飛ばされ、やがて凝縮器62において回収される。また、酸化排ガス路61中で凝縮することなく水蒸気として酸化排ガス中に保持された生成水も、凝縮器62において回収される。

【0071】このような燃料電池装置10において、運転の停止時に改質装置16への原燃料の供給をストップし、燃料電池20に供給される燃料ガスが減少を始めると、燃料電池20で発生する熱量が減少し、排出される酸化排ガスの温度が低下し始める。このように酸化排ガスの温度が低下し始めると、酸化排ガス路61において生じる凝縮水の量が増加する。本実施例の燃料電池装置10は、燃料電池装置10の停止時に流路内の温度が低下した際に、生じた凝縮水に対してメタノールを添加することによって凝縮水の凍結を防止している。図3に示すように、水はその凝固温度が0℃であるのに対し、メタノールは-97.8℃という低い凝固点を示す。したがって、水に対して所定量のメタノールを添加することによって凝固温度を低下させ、流路内の凝縮水の凍結を防止することが可能となる。

【0072】図4は、燃料電池装置10の運転の停止時に実行される停止時処理ルーチンを表わすフローチャートである。所定の操作スイッチに対する操作者による指

示入力などの方法によって燃料電池装置10の運転の停止が指示されると、制御部30においてこの停止時処理ルーチンが実行される。

【0073】本ルーチンが実行されると、CPU34は、まず、酸化排ガス路61中の酸化排ガスに対してメタノールの添加を行なうかどうかを判断する(ステップS200)。このメタノールを添加するかどうかの判断は、外気温が所定の温度以下であって、燃料電池装置10の運転停止中に燃料電池装置10内に生じた凝縮水が凍結してしまうおそれがあるかどうかについての判断である。このような判断は、燃料電池装置10に併設した外気温センサ65を介して、外気温に関する情報を制御部30に入力することによって行なう(図1参照)。ステップS200において、メタノールの添加を行なわないと判断した場合には、そのまま本ルーチンを終了して通常の運転停止の動作のみを行なう。このように、本実施例ではステップS200においてメタノールの添加を行なうかどうかの判断をする構成としたが、このステップS200を省いて、燃料電池装置10の運転停止時には以下に示すメタノール添加の処理を毎回行なうこととしてもよい。

【0074】ステップS200において、凝縮水の凍結のおそれがあるため酸化排ガス路61にメタノールの添加を行なうと判断された場合には、次に、ポンプ67およびコンプレッサ48の駆動量および駆動時間を読み込む。(ステップS210)。このポンプ67およびコンプレッサ48の駆動量および駆動時間は、酸化排ガス路61に添加するメタノール量に基づいて設定され、予め制御部30内に記憶された値である。この駆動量および駆動時間に基づいてポンプ67およびコンプレッサ48を駆動することによって、所定量のメタノールを酸化排ガス路61に導入すると共に、流路内に生じた凝縮水中のメタノール濃度を所定範囲にすることができる。

【0075】ここで、酸化排ガス路61に添加するメタノール量は、燃料電池装置10の運転停止後に流路内に生じる凝縮水の凝固点を十分に下げることができる量として設定された値である。燃料電池装置10の運転停止後に流路内に生じる凝縮水の量の範囲は、定常状態で運転している燃料電池20の陰極側で生じる生成水の量や、酸化ガスを加湿する量、あるいは定常状態で運転している燃料電池20から排出される酸化排ガスの温度での飽和蒸気圧や酸化排ガスの流路の容積などを基に予測することができる。添加メタノール量は、これらの値に基づいて、凝縮水の約30%となるように設定されている。

【0076】ステップS210においてポンプ67およびコンプレッサ48の駆動量および駆動時間を読み込むと、次にCPU34は、燃料電池20が運転を停止したかどうかを判断する(ステップS220)。所定の操作スイッチに対する操作者による指示入力などの方法によ

って燃料電池装置10の運転の停止が指示されると、制御部30は、本ルーチンを実行すると共にポンプ68に駆動信号を出力して、改質装置16に対する原燃料の供給を停止する。原燃料の供給が停止されると、改質装置16における処理量が減少すると共に燃料電池20に供給される燃料ガス量が減少し、やがて燃料ガスの供給が停止される。このように燃料ガスの供給が停止されることによって燃料電池20はその運転を停止する。ステップS220における燃料電池20の停止状態の判断は、燃料電池20内に図示しない温度センサを設けて検出した燃料電池20内の温度や、ポンプ68を停止してから経過時間などを入力することによって判断することができる。

【0077】ステップS220において燃料電池20が運転を停止したと判断されると、次に、ステップS210で読み込んだ値に従ってポンプ67およびコンプレッサ48を駆動する(ステップS230)。これによって酸化排ガス路61へのメタノールの供給が開始される。このとき、コンプレッサ48が駆動されていることによって酸化排ガス路61へは酸化ガスの供給が引き続き行なわれ、この酸化ガスの流れによって、酸化排ガス路61内に供給されたメタノールは、酸化排ガス路61内の凝縮水と混合しながら流路の下流方向に移動する。酸化排ガス路61は凝縮器62に接続するため、凝縮器62内の凝縮水もまたメタノールを混合するようになる。凝縮器62内の凝縮水は水回収路64を介して水・メタノールタンク14に回収されるため、上記したようにポンプ67およびコンプレッサ48を駆動することによって、酸化排ガス路61、凝縮器62および水回収路64内の凝縮水はいずれもメタノールを含有するようになる。

【0078】また、ステップS230においてポンプ67およびコンプレッサ48が駆動され始めると、引き続き経過時間の測定を開始する。すなわち、CPU34は、タイマをリセットして経過時間を表わす変数 $t_0$ に0を代入する(ステップS240)。この後は、この $t_0$ の値を読み込んで(ステップS250)、予め記憶しておいた所定の基準時間 $t_0$ との比較を行なう動作(ステップS260)を、上記基準時間 $t_0$ が経過するまで繰り返す。ここで、所定の基準時間 $t_0$ とは、ステップS210で読み込んだ駆動時間に相当する。

【0079】ステップS260において経過時間 $t$ が基準時間 $t_0$ を上回ったと判断されると、酸化排ガス路61内には充分量のメタノールが供給されて流路内の凝縮水と充分に混合したものとして、ポンプ67およびコンプレッサ48の運転を停止し(ステップS270)、本ルーチンを終了する。

【0080】このようにして運転を停止した燃料電池装置10の運転停止中には、酸化排ガス路61、凝縮器62および水回収路64において、上記所定量のメタノール

ルを含有する凝縮水が残留する。次回に燃料電池装置10の運転を再開すると、このメタノールを含有する凝縮水は水・メタノールタンク14に送られてここで貯留され、再び原燃料として改質装置16に供給される。

【0081】以上のように構成された第1実施例の燃料電池装置10によれば、燃料電池装置10の運転の停止時に酸化排ガスに対してメタノールを添加するため、運転停止中には、メタノールを含有する凝縮水が酸化排ガス路61、凝縮器62および水回収路64内に残留する。したがって、燃料電池装置10の運転停止中に外気温が低下しても、酸化排ガス路61内、凝縮器62内および水回収路64内で凝縮水が凍結してしまうことがない。そのため、凍結した凝縮水が、上記した酸化排ガスおよび凝縮水の流路を狭めたり部分的に塞いでしまったりするおそれがない。凝縮水が凍結するおそれがないため、次回に燃料電池装置10の運転を再開するときに、凍結した凝縮水を溶解させるために酸化排ガス路61などの流路を加熱する必要がなく、運転再開時に長時間を要したり、加熱のためのエネルギーを無駄に消費してしまったりすることがない。

【0082】図5は、従来知られる燃料電池装置の始動時に要する時間（立ち上げ時間）であって、流路内で凍結した凝縮水を加熱によって融解する場合に要する時間と、本実施例の燃料電池装置10の始動時に要する時間とを比較した様子を表わす説明図である。図5に示すように、従来知られる燃料電池装置では、その始動時において流路内の凝縮水を融解するために所定の時間を要する。凝縮水の融解は、例えば、凝縮水が残留することが予測される流路において加熱用のヒータを配設しておき、始動時にはこのヒータに通電して発熱させるなどの方法によって行なうことができる。このときの立ち上げ時間は、主に、流路内で凍結した凝縮水をヒータの発熱により融解するための時間となる。あるいは、改質装置に併設したバーナで生じる燃焼排ガスを利用して凍結した凝縮水を融解することとしてもよい。この場合には、メタノールタンクからバーナにメタノールを供給して燃焼反応を起こさせ、ここで生じる熱量を上記流路に伝えることによって凝縮水を融解する。こうした処理には、相当の時間を要してしまう。これに対し上記第1実施例の燃料電池装置10では、その始動時には、ガス流路が塞がれているおそれがないため、改質装置16における動作が始まると直ちに燃料電池20に対してガスの供給を開始することができ、凝縮水を融解するために時間を要してしまうことがない。

【0083】なお、本実施例の燃料電池装置10の酸化排ガス路61において、メタノール添加路66の接続位置は、できるだけ酸化排ガス路61の上流側であることが望ましい。燃料電池装置10の運転停止時には、燃料電池20から排出される酸化排ガスが次第に降温するため酸化排ガス路61内の圧力はやや陰圧となり、メタノール

添加路66から酸化排ガス路61内に吹き込まれたメタノールは、酸化排ガス路61内で容易に拡散する。しかしながら、酸化排ガス路61内において燃料電池20との接続部付近まで十分に凍結防止効果を実現するためには、メタノール添加路66の接続位置は、酸化排ガス路61においてより上流側であることが望ましい。さらに、酸化排ガス路61において、凝縮器62が配設された下流側にわたって上記凍結防止効果を確認するためには、メタノール添加路66を途中で分岐させて、添加するメタノールの一部をより下流側から添加することとしてもよい。

【0084】また、第1実施例の停止時処理ルーチンのステップS200では、酸化排ガスに対してメタノールの添加を行なうかどうかは、運転停止時における燃料電池装置10の外気温を基に判断することとしたが、燃料電池装置10の運転停止中に外気温が低下して氷点下にまで降温すると予想されるかどうかに基づいて判断することとしても良い。このような判断は、凍結が予想される期間を予め制御部30内に設定しておき（例えば、12月1日～2月31日などのように）、制御部30は、図示しないタイマから日時を読み込んで予め設定した上記期間に対応するかどうかを判断するといった方法によって実行可能である。あるいは、既述した外気温センサから外気温に関するデータを入力して、外気温に関する条件が所定の条件（例えば、平均気温が所定期間一定値を下回るなど）になると凝縮水が凍結するおそれがあると判断することとしてもよい。また、本実施例の燃料電池装置10を、電気自動車の駆動用電源のような移動用電源として用いる場合には、所定のスイッチを設けることによって、酸化排ガスに対するメタノールの添加を使用者によって直接指示入力可能な構成として、寒冷地に移動して使用する場合に備えることも好適である。

【0085】上記第1実施例の燃料電池装置10では、バーナ15、CO選択酸化部19および燃料電池20に空気を供給するために、ブロワ45、47およびコンプレッサ48をそれぞれ設けることとしたが、これらバーナ15、CO選択酸化部19および燃料電池20の内、少なくとも2つ以上に対して同一のブロワまたはコンプレッサを用いて空気を供給することとしても良い。この場合には、ブロワまたはコンプレッサから供給される空気の流路にバルブを設け、このバルブの開放状態を制御することとすれば、それぞれに対して必要量の空気を供給することが可能となる。

【0086】上記した第1実施例では、燃料電池装置10の運転停止時において酸化排ガス路61にメタノールを供給する構成としたが、燃料電池装置の運転中には常に酸化排ガス路61にメタノールを供給する構成としても良い。このような構成を第2実施例として以下に示す。第2実施例において行なわれる制御は、図1に示した第1実施例の燃料電池装置10と同様の構成を有する

燃料電池装置によって実行される。図6は、第2実施例の燃料電池装置10において行なわれるメタノール添加処理ルーチンである。このメタノール添加処理ルーチンは、燃料電池装置10の運転が開始されて、燃料電池20の運転温度などから燃料電池装置10が定常状態に達したと判断されると、CPU34によって所定の時間毎に実行される。

【0087】メタノール添加処理ルーチンが実行されるとまず、CPU34は、燃料電池20から排出される酸化排ガス中の生成水の量を算出する（ステップS300）。この酸化排ガス中の生成水の量は、燃料電池20に接続された負荷量、すなわち燃料電池20での発電量と、燃料電池20に供給される酸化ガスに添加される水蒸気量とを基に、燃料電池20から排出される流量として算出される。

【0088】ステップS300において酸化排ガス中の生成水の量を算出すると、次にCPU34は、酸化排ガス路61に供給するメタノール量を、算出した生成水の量に基づいて決定する（ステップS310）。本実施例では、この添加メタノール量は、生成水量の30%となるように、ステップS300で算出した生成水の流量に対する添加メタノール流量として決定した。

【0089】添加メタノール流量が決定すると、次にCPU34は、ポンプ67に対して駆動信号を出力する（ステップS320）。この駆動信号を受けて駆動するポンプ67の駆動量は、酸化排ガス路61に対して、ステップS310で決定した添加メタノール流量に従ってメタノールを添加可能な駆動量となる。ここで、ポンプ67に対する駆動信号の出力は、燃料電池装置10の運転の開始時にはポンプ67の駆動を開始させることになるが、燃料電池装置10の運転の継続時にはポンプ67の駆動量の変更あるいは維持を指示することとなる。ステップS320においてポンプ67に駆動信号を出力すると、本ルーチンを終了する。

【0090】以上のように構成された第2実施例の燃料電池装置によれば、燃料電池装置10の運転中には常に、酸化排ガスに対して所定量のメタノールを添加するため、酸化排ガス路61、凝縮器62および水回収路64内に存在する凝縮水は、常に所定の割合のメタノールを含有することになる。したがって、第1実施例と同様に、燃料電池装置10の運転停止中に外気温が低下した場合にも、酸化排ガス路61内、凝縮器62内および水回収路64内で凝縮水が凍結してしまうことがない。そのため、凍結した凝縮水が、上記した酸化排ガスおよび凝縮水の流路を狭めたり部分的に塞いでしまったりするおそれがない。凝縮水が凍結するおそれがないため、次回に燃料電池装置10の運転を再開するときに、凍結した凝縮水を溶解させるために酸化排ガス路61などの流路を加熱する必要がなく、運転再開時に長時間を要したり、加熱のためのエネルギーを無駄に消費してしまったり

することがない。

【0091】さらに、上記第1および第2実施例の燃料電池装置10では、凝縮水の融点を低下させるためにメタノールを凝縮水に添加しており、燃料ガスを生成するための原燃料であるメタノールをそのまま利用することができるため、凝縮水の融点を低下させるために特別な構成を備える必要がない。また、本実施例の原燃料貯留装置12では、メタノールと共に水蒸気改質反応に供するための水は、メタノールと混合した状態で水・メタノールタンク14内に貯留している。そのため、酸化排ガス中に添加したメタノールは、凝縮器62および水回収路64を介して回収され、生成水と共にそのまま水・メタノールタンク14にて貯蔵されることになる。したがって、燃料電池装置の構成を簡単にすることができ、凍結防止剤であるメタノールを凝縮水から分離して回収する必要がない。

【0092】上記第1および第2実施例では、酸化排ガスに添加するメタノール量は、酸化排ガス量の約30%としたが、異なる割合のメタノールを酸化排ガスに添加することとしてもよい。添加するメタノールの割合を高くするほど凝縮水の凝固点は低下するため、外気温がより低温になっても凍結を防ぐことが可能となる。もとより、外気温の低下が所定範囲内であると予想される場合には、上記添加メタノールの割合は実施例に示した値よりも小さくしてもよい。

【0093】また、上記第1および第2実施例の燃料電池装置は、水素リッチな燃料ガスを生成するための原燃料としてメタノールを用い、このメタノールを酸化排ガス路61に供給することによって酸化排ガス路61内で凝縮水が凍結してしまうのを防止する構成としたが、メタノール以外の原燃料を上記した構成に適用することとしても良い。使用可能な原燃料としては、改質反応によって水素リッチガスを生成可能であって水と容易に混合可能であればよく、アルコール系炭化水素、例えば、エタノールやイソプロパノールなどを用いることができる。

【0094】以上説明した第1および第2実施例では、酸化排ガスに対してメタノールを添加することによって、酸化排ガス路61、凝縮器62および水回収路64中の凝縮水の凝固点を降下させて、上記流路に残留する凝縮水の凍結を防止したが、燃料電池の運転停止時に上記流路から凝縮水を排出する排出手段を設けることによって凝縮水の凍結を防ぐこともできる。このような構成を第3実施例として以下に説明する。第3実施例の燃料電池装置10Aは、第1および第2実施例の燃料電池装置10とほぼ同様の構成を備えているため、共通する構成については同一の部材番号を付して詳しい説明は省略する。

【0095】第3実施例の燃料電池装置10Aは、流路から凝縮水を排出するための構成として、酸化排ガス路



61、凝縮器62および水回収路64において、ドレイン70を備えている。ドレイン70は、上記酸化排ガス路61、凝縮器62および水回収路64の所定の位置に設けられており、燃料電池装置10Aの運転停止時に、これらの流路で生じた凝縮水の貯留と排出とを行なう装置である。このように、ドレイン70は上記した各流路に設けられているが、以下に、酸化排ガス路61に設けたドレイン70について説明する。

【0096】図7に、第3実施例の燃料電池装置10Aが備える酸化排ガス路61におけるドレイン70の構成の概略を示す。酸化排ガス路61には、流路の形状に応じて、流路が折れ曲がり低い位置となる場所にドレイン70が設けられている。ドレイン70は、貯水部72、排出口74およびバルブ76を備えている。貯水部72は、上記各流路の所定の位置における管路の底部が窪んだ構造として形成されており、上記貯水部72の形状に応じた量の凝縮水を貯留可能となっている。排出口74は、貯水部72の底部に設けられた開口部であり、バルブ76を備えている。バルブ76は電磁弁として構成され、制御部30に接続しており、制御部30からの駆動信号を受けて排出口74を開閉する。本実施例の燃料電池装置10Aは、燃料電池装置10Aの停止時に流路内の温度が低下した際に、生じた凝縮水をドレイン70における貯水部72に貯留し、その後バルブ76を開放することによってドレイン70から凝縮水を除去する。以下に、燃料電池装置10Aの運転停止時におけるこのような動作について説明する。

【0097】図8は、第3実施例の燃料電池装置10Aの運転の停止時に実行される停止時処理ルーチンを表わすフローチャートである。所定の操作スイッチに対する操作者による指示入力などの方法によって燃料電池装置10Aの運転の停止が指示されると、制御部30においてこの停止時処理ルーチンが実行される。

【0098】本ルーチンが実行されると、CPU34は、まず、原燃料供給路50に配設されたポンプ68に信号を出力してポンプ68の運転を停止させ、水・メタノールタンク14から改質装置16への原燃料の供給をストップさせる（ステップS400）。改質装置16への原燃料の供給が停止されると、既述したように改質装置16を構成する各部での処理量が低下し始める。次に、CPU34は、制御部30の内部に備える所定のタイマをリセットする（ステップS410）。すなわち、時間を表わす変数 $t$ に0を代入することによって、燃料電池装置10の運転の停止が指示されてからの時間の測定を開始する。

【0099】次に、CPU34は、燃料電池装置10Aの運転の停止が指示されてからの経過時間 $t$ を上記タイマから読み込み（ステップS420）、予め設定しておいた所定の値 $t_1$ と比較する（ステップS430）。ここで、 $t_1$ の値は、燃料電池装置10Aの運転の停止が

指示された後に酸化排ガスの流路内の温度が十分に降温し、酸化排ガス中の生成水が凝縮してドレイン70内に貯留された状態となるのに要する時間として設定されている。本実施例では、この $t_1$ の値を30分に設定した。

【0100】ステップS430において経過時間 $t$ が上記 $t_1$ を越えたと判断された場合には、CPU34はバルブ76に駆動信号を出力してバルブ76を所定時間開放させる（ステップS440）。これによって、ドレイン70の貯水部72に貯留された凝縮水は燃料電池装置10A外に排出される。ステップS440においてバルブ76を開放して凝縮水を排出すると本ルーチンを終了する。

【0101】以上のように構成された第3実施例の燃料電池装置10Aによれば、燃料電池装置10Aの停止時に温度の低下と共に配管内に生じた凝縮水はドレイン70における貯水部72内に貯留される。ここで、燃料電池装置10Aが運転を停止した後に所定の時間が経過した後は、バルブ76を開放することによってドレイン70内から凝縮水が排出されるため、燃料電池装置10Aの運転停止後に、酸化排ガスの流路内に凝縮水が残留してしまふことがない。したがって、燃料電池装置10Aの運転停止後に外気温が低下した場合にも、流路内で凝縮水が凍結することに起因する既述した不都合が生じてしまふことがない。また、流路内で凝縮水が凍結するおそれがないため、次回に燃料電池装置10Aの運転を再開するときに、凍結した凝縮水を溶解させるために酸化排ガス路61を加熱する必要がなく、運転再開時に長時間を要したり、加熱のためのエネルギーを無駄に消費してしまふことがない。

【0102】また、本実施例の燃料電池装置10Aにおける酸化排ガス路61では、流路の形状に応じて、流路が折れ曲がり低い位置となる場所にドレイン70を設けることとしたため、酸化排ガス路61内で生じた凝縮水は、流路の形状に従って容易に貯水部72内に導かれる。ここで、酸化排ガス路61内に設けるドレイン70の数は、酸化排ガス路61の形状や流路長に応じて決定すればよく、酸化排ガス路61の長さが十分に短い場合には、ドレイン70を1カ所だけ設けることとしても良い。また、上記したように酸化排ガス路61の形状によるだけではドレイン70内に凝縮水を導きにくい場合には、燃料電池20での発電が停止した後もコンプレッサ48の駆動を継続し、バルブ76を開放するまでの間、酸化排ガス路61内に酸化ガスを供給して凝縮水を貯水部72内に導くこととしても良い。

【0103】上記した実施例では酸化排ガス路61に設けたドレイン70について説明したが、本実施例の燃料電池装置10Aでは、凝縮器62内の流路および水回収路64においても同様に所定の位置にドレイン70が設けられている。すなわち、凝縮器62および水回収路6

4においても、酸化排ガス路61と同様に、流路が折れ曲がり低い位置となる場所にドレイン70が設けられており、燃料電池装置10Aの運転停止時には流路内から凝縮水を排出して凝縮水が凍結することによる不都合を防止する構成となっている。

【0104】あるいは、上記第3実施例の構成において、水回収路64には上記ドレイン70を設けず、水回収路64内での凝縮水の凍結については放置する構成とすることもできる。酸化排ガス路61および凝縮器62は、燃料電池20から排出される酸化排ガスが通過する流路であるため、凍結した凝縮水によってこれらの流路が塞がれていると燃料電池20に対する酸化ガスの供給が支障をきたしてしまう。したがって、燃料電池装置10の始動時においては、これらのガス流路が閉塞されていない状態とすることが必須である。これに対し、水回収路64は、酸化排ガスが通過する流路ではないため、凍結した凝縮水によって流路を塞がれてしまった場合にも、燃料電池装置10の運転を開始した後に、水回収路64内で凍結した凝縮水を融かす構成とすることが可能である。

【0105】上記第3実施例では、凝縮水をドレイン70に貯留した後にドレイン70の排出口74から排出することによって流路内から凝縮水を除去する構成としたが、燃料電池装置の運転停止時に酸化排ガス路61内に高温ガスを導入し、酸化排ガス路61内を乾燥させることによって流路内から凝縮水を除去する構成としても良い。すなわち、導入した高温ガスによって流路内の凝縮水を気化させ、高温ガスとともに燃料電池装置外に排出して、流路内で凝縮水が凍結してしまうのを防止することとしても良い。以下に第4実施例として、上記高温ガスとして改質装置に併設された加熱装置から排出される排ガスを利用する構成を示す。

【0106】図9は、第4実施例の燃料電池装置10Bの構成を表わす説明図である。燃料電池装置10Bは、第1実施例の燃料電池装置10とほぼ同様の構成を備えているため、共通する構成には同じ番号を付して詳しい説明は省略し、第1実施例の燃料電池装置10と異なる構成についてのみ以下に説明する。

【0107】第4実施例の燃料電池装置10Bは、第1実施例の燃料電池装置10が備えるメタノール添加路66を備えず、代わりに、蒸発部17から排出される燃焼排ガスを酸化排ガス路61内に導入する燃焼ガス導入路69を備えている。燃焼ガス導入路69は、燃焼ガス分岐路58から分岐して酸化排ガス路61の上流部に接続している。燃焼ガス導入路69にはバルブ69Bが設けられており、このバルブ69Bが開状態となると、酸化排ガス路61に対して燃焼排ガスが供給可能となる。ここでバルブ69Bは制御部30に接続されており、制御部30から出力される駆動信号によって開閉される。

【0108】図10は、第4実施例の燃料電池装置10

Bで運転の停止時に実行される停止時処理ルーチンを表わすフローチャートである。所定の操作スイッチに対する操作者による指示入力などの方法によって燃料電池装置10Bの運転の停止が指示されると、制御部30においてこの停止時処理ルーチンが実行される。

【0109】本ルーチンが実行されると、CPU34は、まず、原燃料供給路50に配設されたポンプ68に信号を出力してポンプ68の運転を停止させ、水・メタノールタンク14から改質装置16への原燃料の供給をストップさせる(ステップS500)。改質装置16への原燃料の供給が停止されると、既述したように改質装置16を構成する各部での処理量が低下し始める。次に、バルブ55Aおよびバルブ69Bに対して駆動信号を出力し、バルブ55Aを閉状態に、バルブ69Bを開状態にして、バーナ15から排出される燃焼排ガスの流路を変更する(ステップS510)。ステップS510の実行によって、バーナ15から排出される高温の燃焼排ガスが蒸発部17を経由して酸化排ガス路61内に導入されるようになる。

【0110】次にCPU34は、制御部30の内部に備える所定のタイマをリセットする(ステップS520)。すなわち、時間を表わす変数tに0を代入することによって、燃料電池装置10の運転の停止が指示されてからの時間の測定を開始する。さらに、バルブ44に対して駆動信号を出力してこのバルブ44を開状態とする(ステップS530)。バルブ44を開状態とすることによって、メタノールタンク13からバーナ15に対してメタノールの供給が開始される。既述したステップS500において改質装置16への原燃料の供給が停止されると、燃料電池20に供給される燃料ガス量も減少し始め、それに伴って燃料電池20での発電量が低下すると共に燃料電池20からバーナ15に供給される燃焼排ガスも減少し始める。ステップS530においてバルブ44を開状態として、バーナ15に対してメタノールの供給を開始することによって、バーナ15における燃焼のための燃料が確保され、バーナ15からは充分量の高温の燃焼排ガスが排出され続ける。

【0111】このように高温の燃焼排ガスが導入されることによって、酸化排ガス路61では、管路内に生成していた凝縮水が昇温して気化する。気化した凝縮水は、燃焼排ガスによって凝縮器62に導かれ、この凝縮器62から燃焼排ガスと共に燃料電池装置10B外に排出される。このとき、凝縮器62内に残留していた凝縮水もまた、燃焼排ガスによって気化されて燃料電池装置10B外に排出される。

【0112】なお、燃焼ガス導入路69が酸化排ガス路61に接続する位置は、より上流側(燃料電池20との接続部側)に設けることが望ましい。これによって、酸化排ガス路61全体の乾燥状態をより充分なものとすることができる。



【0113】次にCPU34は、燃料電池装置10Bの運転の停止が指示されてからの経過時間 $t$ を上記タイマから読み込み(ステップS540)、予め設定しておいた所定の値 $t_2$ と比較する(ステップS550)。ここで、 $t_2$ の値は、燃焼排ガスを酸化排ガス路61内に導入し始めてから、酸化排ガス路61および凝縮器62内の凝縮水が気化されてこれらの流路内が充分に乾燥されるのに要する時間として設定されている。この値は、流路の形状や長さなどによって適宜設定することとすればよい。

【0114】ステップS550において経過時間 $t$ が上記 $t_2$ を越えたと判断された場合には、CPU34はバルブ44に駆動信号を出力してバルブ44を閉状態とする(ステップS560)。これによって、バーナ15に対するメタノールの供給が停止され、バーナ15での燃焼反応が終了する。ステップS560の実行後、CPU34は本ルーチンを終了する。

【0115】以上のように構成された第4実施例の燃料電池装置10Bによれば、燃料電池装置10Bの停止時には、酸化排ガス路61および凝縮器62内に生成した凝縮水は、高温の燃焼排ガスによって気化された後に燃料電池装置10B外に排出される。したがって、燃料電池装置10Bの運転停止後に外気温が低下した場合にも、流路内で凝縮水が凍結することに起因する既述した不都合が生じてしまうことがない。また、流路内で凝縮水が凍結するおそれがないため、次回に燃料電池装置10Bの運転を再開するときに、凍結した凝縮水を溶解させるために酸化排ガス路61などの流路を加熱する必要がなく、運転再開時に長時間を要したり、加熱のためのエネルギーを無駄に消費してしまったりすることがない。

【0116】上記した第4実施例の燃料電池装置10Bでは、酸化排ガス路61内を乾燥させるためにバーナ15から排出される燃焼排ガスを利用したが、酸化排ガス路61内を充分に昇温可能な高温ガスであれば、バーナ15から排出される燃焼排ガス以外のガスをを用いることとしても良い。燃料電池装置10Bを備える装置に備えられた高温部から排出されるガスであって、凝縮水を充分に気化させることができる熱量を有するガスであれば、上記した実施例と同様の効果を得ることができる。

【0117】上記した第4実施例では、バーナ15から排出される燃焼排ガスを酸化排ガス路61に導入することとしたため、酸化排ガス路61および凝縮器62内の生成水を除去することが可能となったが、上記燃焼排ガスを水回収路64内に導入することによって、水回収路64内の生成水を除去することも可能となる。このような構成を備えた燃料電池装置10Cを図11に示す。

【0118】図11に示した燃料電池装置10Cは、燃料電池装置10Bの構成に加えて、燃焼ガス導入路69から分岐する燃焼ガス分岐路80を備えている。この燃焼ガス分岐路80は水回収路64に接続しており、燃焼

ガス分岐路80によって、バーナ15から供給される燃焼排ガスを水回収路64内に導入可能となっている。このような構成の燃料電池装置10Cの運転停止時において、図10に示した停止時処理ルーチンと同様のルーチンが実行されると、ステップS510に対応する処理によってバルブ55Aが閉状態となりバルブ69Bが開状態となって、バーナ15から放出される燃焼排ガスは酸化排ガス路61と共に水回収路64内に導入される。このように流路内に燃焼排ガスが導入されることによって、酸化排ガス路61、凝縮器62および水回収路64内の凝縮水はその大部分が気化して燃料電池装置10C外に放出され、上記した流路内を充分に乾燥させることができる。

【0119】なお、既述した第3および第4実施例の停止時処理ルーチン(図8および図10参照)では記載を省略したが、これらの停止時処理ルーチンを実行する際には、図4に示した第1実施例の燃料電池装置10における停止時処理ルーチンと同様に、まず最初に、流路の凍結を防止する動作を行なうかどうかの判断をすることが望ましい。すなわち、図4のステップS200と同様に、燃料電池装置の停止時における外気温、外気温に関するデータ(平均気温など)、予め記憶しておいた凍結のおそれのある期間に関する情報、あるいは使用者による直接の指示入力の有無などを判断して、ドレインからの水抜きや流路への燃焼排ガスの導入を行なうかどうかを判断する。このような構成とすれば、凍結のおそれのない時期には、既述した凍結防止のための動作に要するエネルギーの消費を抑えることができる。

【0120】既述した第1および第2実施例では酸化排ガスの流路内に残留する凝縮水の凝固点を下げることによって凝縮水の凍結を防止し、第3および第4実施例では酸化排ガスの流路内から凝縮水を除去することによって凍結を防止した。このような構成とすることで、凝縮した生成水が流路内で凍結して流路を塞いでしまうという不都合が生じるのを防止している。以下に、第5実施例として、流路を形成する管路の内面に凝縮水を補足する水補足手段を設けることによって、流路内で凝縮水が凍結した場合にもガス流路を確保可能にする構成を示す。

【0121】第5実施例の燃料電池装置10Dは、第1実施例の燃料電池装置10とほぼ同様の構成を有しているため、共通する構成には同じ番号を付し、詳しい説明は省略する。燃料電池装置10Dは、燃料電池装置10と異なり、メタノールタンク13から酸化排ガス路61にメタノールを供給するメタノール添加路66は有しない。また、燃料電池装置10Dにおける酸化排ガス路61、凝縮器62および水回収路64は、その内壁面に、水補足手段としてのメッシュ構造を備えている。

【0122】図12は、酸化排ガス路61の構成を模式的に表わす断面図である。図12に示すように、酸化排

ガス路61は、その内壁面にわたってメッシュ部82を備えている。このメッシュ部82は、酸化排ガス路61内に生じる凝縮水を酸化排ガス路61の管壁表面部で保持するためのメッシュ構造である。本実施例ではこのメッシュ部82は、メッシュの粗さが0.5mm程度となるように形成した発泡ニッケルによって構成した。このようなメッシュ部82を備える酸化排ガス路61では、内部に凝縮水が生じると、生じた凝縮水は、毛細管現象によってメッシュ部82内を伝わって広がるようになる。図12では酸化排ガス路61の構成を示したが、凝縮器62および水回収路64を構成する流路においても、その内壁面に、酸化排ガス路61と同様のメッシュ部82を形成している。

【0123】以上のように構成された第5実施例の燃料電池装置10Dによれば、燃料電池装置10Dの運転停止後に外気温が低下して流路内に残留する凝縮水が凍結する場合にも、凝縮水はメッシュ部82内に保持された状態で凍結するだけであり、凍結した凝縮水が酸化排ガス路61、凝縮器62および水回収路64を形成する管路を塞いでしまうことはない。したがって、次回に燃料電池装置10Dの運転を再開するときに、凍結した凝縮水を溶解させるために酸化排ガス路61などの流路を加熱する必要がなく、運転再開時に長時間を要したり、加熱のためにエネルギーを無駄に消費してしまったりすることがない。

【0124】上記第5実施例では、メッシュ部82は発泡ニッケルによって構成することとしたが、凝縮水を管路表面で保持可能な粗さのメッシュ構造に成形可能であって、燃料電池20の運転時の酸化排ガスの温度や、酸化排ガスに対して安定な材質であれば他の材質によってメッシュ部82を形成してもかまわない。例えば、発泡ウレタンをニッケルめっきしたものでメッシュ部82を構成することも好ましい。ここで、酸化排ガス路61を形成する管路は、燃料電池20の運転時の酸化排ガスの温度や、酸化排ガスに対して安定な材質であればよく、本実施例ではステンレスによって酸化排ガス路61を形成した。

【0125】以上説明した第1ないし第5実施例の燃料電池装置では、燃料電池として固体高分子電解質型燃料電池を備えることとしたが、電気化学反応の進行に伴ってカソード側に生成水を生じ、酸化排ガス路に凝縮水が残留する構成の燃料電池であれば、他種の燃料電池であっても同様の効果を得ることができる。あるいは、酸化物イオン導電性を有する固体電解質を用いる固体電解質型燃料電池のように、電気化学反応の進行に伴ってアノード側に生成水を生じる燃料電池では、既述した構成を燃料排ガス路に適用することによって、凝縮水が流路内で凍結することに起因する不都合を防止することが可能となる。

【0126】以上本発明の実施例について説明したが、

本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適な一実施例である燃料電池装置10の構成の概略を表わすブロック図である。

【図2】燃料電池20が備える単セル28の構成を示す断面模式図である。

【図3】水とメタノールとの凝固温度を示す説明図である。

【図4】第1実施例の燃料電池装置10において実行される停止時処理ルーチンを表わすフローチャートである。

【図5】第1実施例の燃料電池装置10と従来の燃料電池装置とについて、始動時に要する立ち上げ時間を比較した様子を表わす説明図である。

【図6】第2実施例の燃料電池装置10において実行されるメタノール添加処理ルーチンを表わすフローチャートである。

【図7】ドレイン70の構成を示す説明図である。

【図8】第3実施例の燃料電池装置10Aにおいて実行される停止時処理ルーチンを表わすフローチャートである。

【図9】第4実施例の燃料電池装置10Bの構成の概略を表わす説明図である。

【図10】第4実施例の燃料電池装置10Bにおいて実行される停止時処理ルーチンを表わすフローチャートである。

【図11】燃料電池装置10Cの構成の概略を表わす説明図である。

【図12】第5実施例の燃料電池装置10Dにおける酸化排ガス路61の構成を表わす断面模式図である。

【符号の説明】

10, 10A~10D…燃料電池装置

12…原燃料貯留装置

13…メタノールタンク

14…水・メタノールタンク

15…バーナ

16…改質装置

17…蒸発部

18…改質部

19…CO選択酸化部

20…燃料電池

21…電解質膜

22…アノード

23…カソード

24, 25…セパレータ

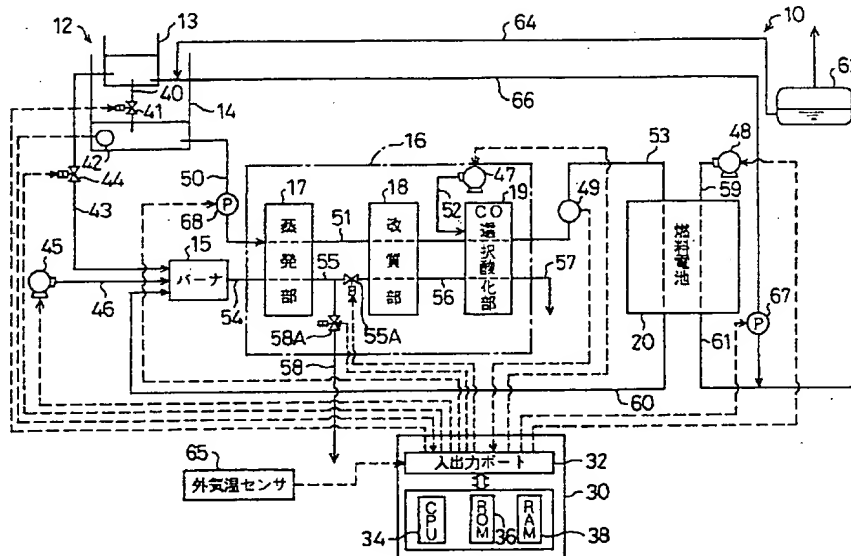
24P…燃料ガス流路

25P…酸化ガス流路

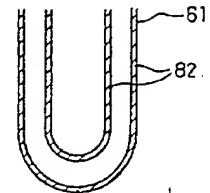
28…単セル

- 30…制御部  
 32…入出力ポート  
 34…CPU  
 36…ROM  
 38…RAM  
 40…流路  
 41…バルブ  
 42…比重センサ  
 43…メタノール流路  
 44…バルブ  
 45、47…ブロワ  
 46…空気供給路  
 48…コンプレッサ  
 49…一酸化炭素センサ  
 50…原燃料供給路  
 51、52…ガス流路  
 52…空気供給路  
 53…燃料供給路  
 54…燃焼ガス供給路  
 55…燃焼ガス路  
 56…燃焼ガス路  
 57…燃焼ガス路  
 58…燃焼ガス分岐路  
 55A、58A…バルブ  
 59…酸化ガス供給路  
 60…燃料排ガス路  
 61…酸化排ガス路  
 62…凝縮器  
 64…水回収路  
 66…メタノール添加路  
 67、68…ポンプ  
 69…燃焼ガス導入路  
 69B…バルブ  
 70…ドレイン  
 72…貯水部  
 74…排出口  
 76…バルブ  
 80…燃焼ガス分岐路  
 82…メッシュ部

【図1】

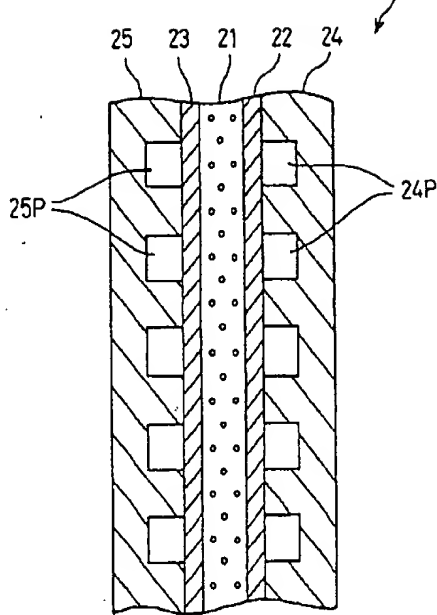


【図12】

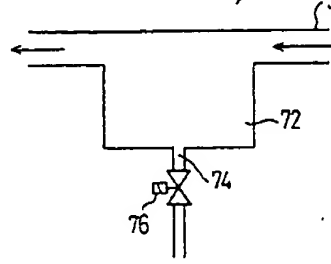


【図3】

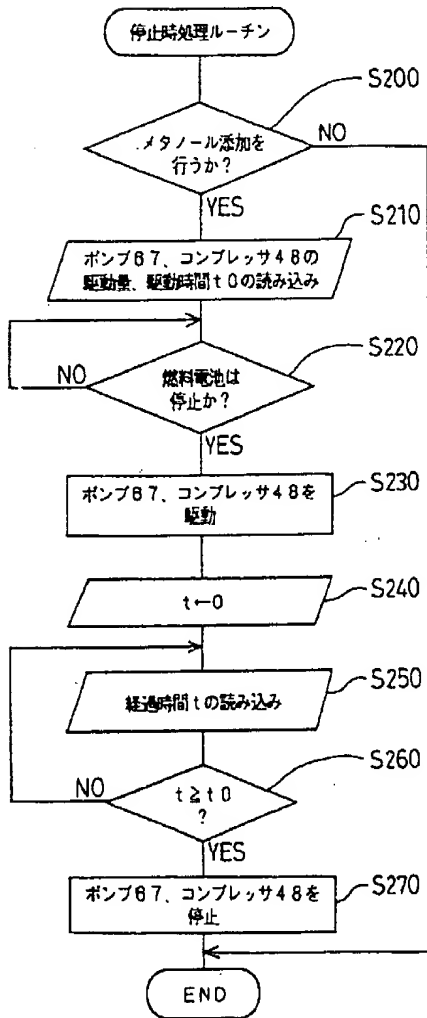
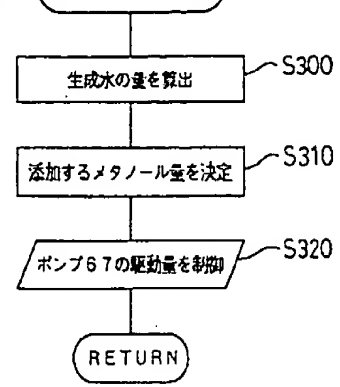
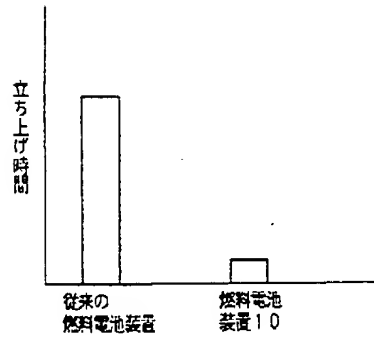
|      |    |        |
|------|----|--------|
|      | 水  | メタノール  |
| 凝固温度 | 0℃ | -97.8℃ |



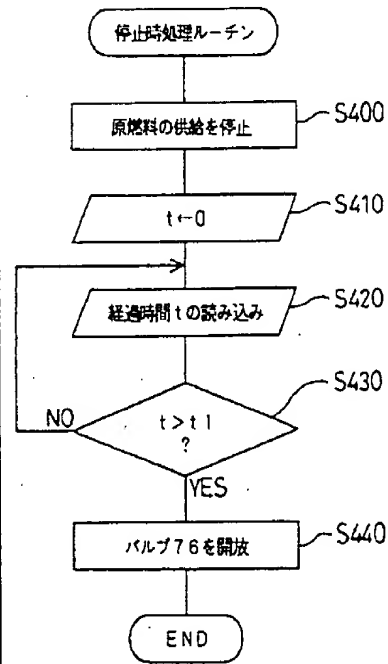
【図4】



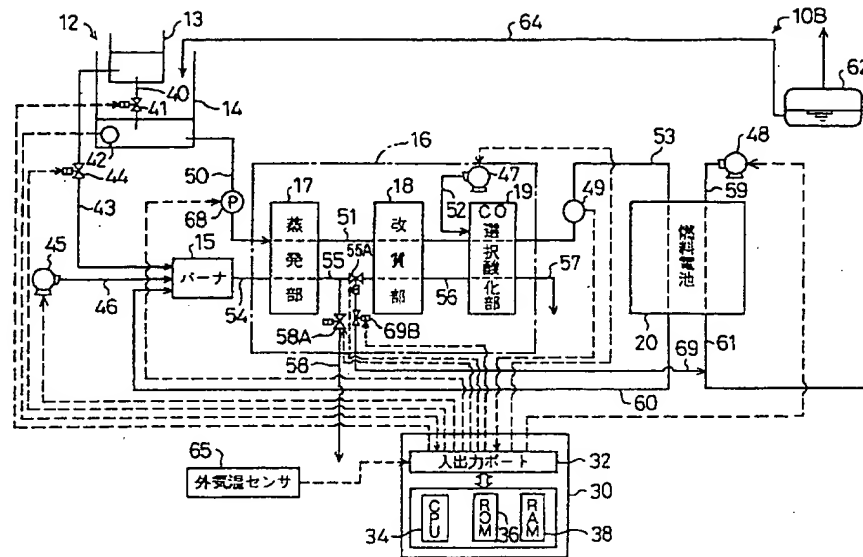
【図5】



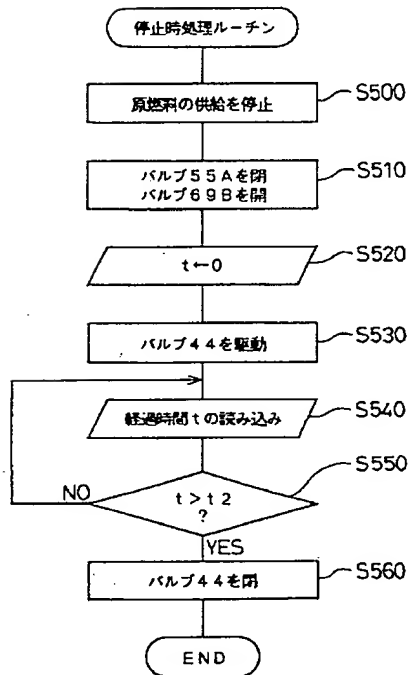
【図8】



【図9】



【図10】



[illegible]